

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-075115

(43)Date of publication of application : 14.03.2000

from KNI-206-A

(51)Int.Cl.

G02B 5/128

G09F 13/16

(21)Application number : 10-239995

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 26.08.1998

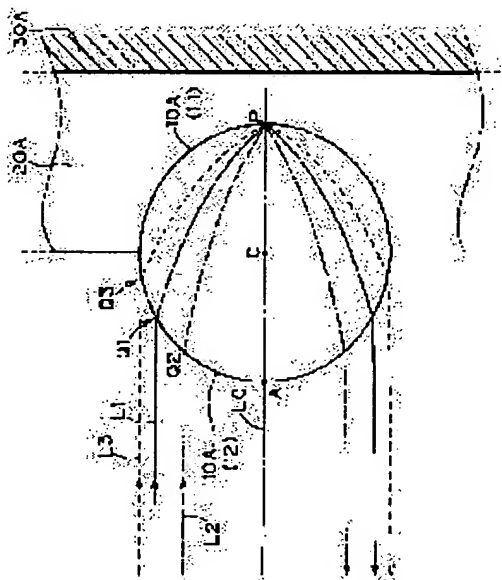
(72)Inventor : SAKAMOTO TAKU

(54) RETROREFLECTOR AND RETROREFLECTIVE COATING MATERIAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a retroreflector capable of generating more powerful reflected light by reducing the influence of spherical aberrations.

SOLUTION: Many spherical shape materials 10A are spatially distributed and are held by a holding layer 20A. The respective spherical shape materials 10A have such a refractive index distribution which is higher in refractive index than nearer the center C. The spherical aberrations are corrected by such refractive index distribution, by which the more rays L1, L2, L3,... among the incident rays on the plural surface positions of the spherical shape materials 10A are reflected at the same one point. Then, the many incident rays eventually contribute to retroreflection and, therefore, the more powerful light is obtd. as the reflected light.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-75115

(P2000-75115A)

(43) 公開日 平成12年3月14日 (2000.3.14)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

キーワード (参考)

G 0 2 B 5/128

G 0 2 B 5/128

2 H 0 4 2

G 0 9 F 13/16

G 0 9 F 13/16

F 5 C 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-239995

(22) 出願日

平成10年8月26日 (1998.8.26)

(71) 出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社

京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72) 発明者 坂本 卓

京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1 大日本スクリーン製造株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

Fターム (参考) 2H042 EA07 EA08 EA12 EA14 EA17

5C096 AA01 BA03 BB04 CA26 CB01

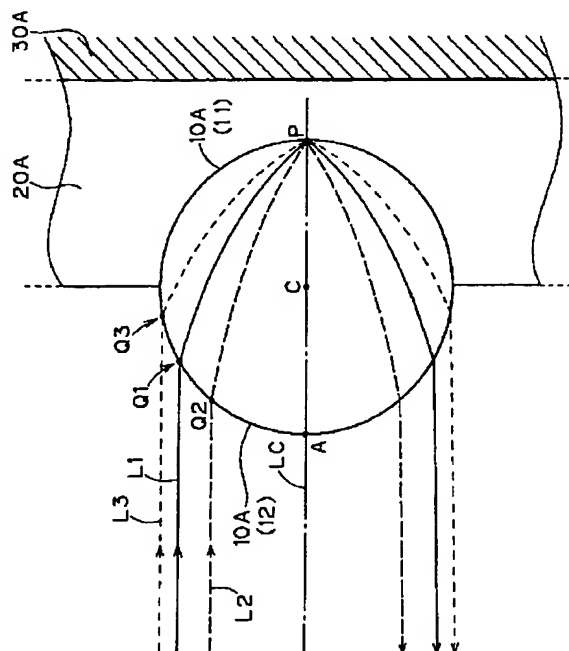
CE03 CE12 CE22 CE30 FA03

(54) 【発明の名称】 再帰反射体および再帰反射性塗料

(57) 【要約】

【課題】 球面収差の影響を低減して、より強力な反射光を生じさせることができる再帰反射体を提供する。

【解決手段】 多数の球形材10を空間的に分布させて保持層20によって保持してゐる。各球形材10は、中心Cに近いほど高い屈折率であるような屈折率分布を有している。このような屈折率分布により、球面収差が補正されて、球形材10の複数の表面位置において入射する光線のうち、より多くの光線L1、L2、L3...が同一の点Pにおいて反射する。したがって、より多くの入射光線が再帰反射に寄与することになるので、より強い光が反射光として得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光に対する再帰反射性を有する再帰反射体であって、

透明または半透明でかつ中心側が高屈折率となるような屈折率分布を持つ複数の球形材を、所定の保持層で保持して空間分布させていることを特徴とする再帰反射体。

【請求項2】 請求項1に記載の再帰反射体において、前記屈折率分布は、前記球形材の外部媒質に対する相対的な屈折率の値が、中心付近において約2であり、表面付近において約1.4であるように定められることを特徴とする再帰反射体。

【請求項3】 中心側が高屈折率となるような屈折率分布を持つ複数の球形材を、透明または半透明の液状の塗料基材中に混入させてなることを特徴とする再帰反射性塗料。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、広い入射角にわたって入射光線の光路にほぼ沿う方向に、選択的に反射光が戻る再帰反射の技術に関する。

【0002】

【従来の技術】再帰反射体は、透明または半透明のガラスやプラスチックからなる球形材の多数個を空間分布させて構成されており、照射された光源の方向に強い指向性を有しつつ再帰反射するという光学的性質があるために、夜間における道路標識などの認知性を高めるためなどの用途に広く使用されている。

【0003】図14は、従来の再帰反射性シート材1'の概略構成を表す断面図であり、基材層30'上に積層した保持層20'によって、一定の屈折率を持つ球形材10'の多数個が保持されている。

【0004】図14の左上の遠方から光線L1'が球形材10'の特定の位置Q1'に入射すると、球形材10'の点P'で反射し、入射軸LC'に対して入射経路に対称な経路を通して、入射した光線L1'と平行にかつ逆方向に帰っていく。ここにおいて、「入射軸」とは、入射する光と平行でかつ球形材10'の中心Cを通る直線として定義される。また、上記の点P'は球形材10'の中心C'を通りかつ入射軸LC'が球形材10'の裏面と交わる後方の点であり、以下ではこのような点を「対称反射点」と呼ぶことにする。このような再帰性を生じる入射位置Q1'は球形材10'の屈折率nに応じて定まる。

【0005】この点をより詳しく説明すると、まず、入射光線L1'が再帰反射するための条件は、入射位置Q1'における入射角度 α と屈折角度 β を用いて、次の数1で表される。

【0006】

【数1】 $\alpha = 2\beta$

一方、球形材10'の屈折率nと、上述の入射角度 α 、

屈折角度 β との関係は、屈折の法則から次の数2で表現できる。

【0007】

【数2】 $\sin\alpha = n \sin\beta$

したがって、上記において満たすべき条件は、数1および数2の両方を満たすことであり、たとえば数3として表現することができる。

【0008】

【数3】 $n = 2 \cos\beta$

図15は、屈折率nが次の数4で与えられる場合について図示したものである。なお、記号SQRT(*)は、*の平方根を表すものとする。

【0009】

【数4】 $n = \text{SQRT}(3)$

この場合、数3より $\beta = 30$ 度が得られ、また数1より $\alpha = 60$ 度が得られる。

【0010】なお、図14および図15において位置Q1'は点として示されているが、入射軸LC'に関する回転対称性から、この位置Q1'は入射軸LC'のまわりに円環状に分布している。また、入射軸LC'そのものに一致する入射光も同様の再帰性を有するが、これは入射位置が1点のみであるために上記の円環状分布ほどの反射光量はなく、ここでは無視して考えている。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の再帰反射性シート材においては、球形材10'における球面収差の影響により、球形材に入射する光線のうち球形材10'の特定の位置Q1'に入射して対称反射点P'に到達する光線のみが実質的に再帰反射に寄与しており、入射角度 α がその他の値を有する光線、たとえば図15中の位置Q2'、Q3'に入射した光線L2'、L3'は、対称反射点P'と異なる点P2'、P3'で反射して入射方向とは異なる方向AR2、AR3に出射するので、再帰反射には寄与しない。

【0012】したがって、従来の再帰反射性シート材（一般に再帰反射体）では、光源の方向に再帰する反射光の光量が少ないという問題がある。

【0013】そこで、本発明は前記問題点に鑑み、球面収差の影響を低減して、より強力な反射光を生じさせることができる再帰反射体と、その原理を応用した再帰反射塗料とを提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の再帰反射体は、光に対する再帰反射性を有する再帰反射体であって、透明または半透明でかつ中心側が高屈折率となるような屈折率分布を持つ複数の球形材を、所定の保持層で保持して空間分布させていることを特徴とする。

【0015】請求項2に記載の再帰反射体は、請求項1に記載の再帰反射体において、前記屈折率分布は、前記

球形材の外部媒質に対する相対的な屈折率の値が、中心付近において約2であり、表面付近において約1.4であるように定められることを特徴とする。

【0016】また、請求項3に記載の再帰反射性塗料は、中心側が高屈折率となるような屈折率分布を持つ複数の球形材を、透明または半透明の液状の塗料基材中に混入させてなることを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】< A. 第1実施形態 >

<概略構成>図1は、この発明の第1実施形態に係る再帰反射性シート材1の模式的な外観図であり、図2(a)はこの再帰反射性シート材1の拡大平面図、図2(b)はその拡大断面図である。図1において、再帰反射性シート材1は、不透明な樹脂によって形成された基材層30Aの上に保持層20Aを積層してなる可撓性のシートであり、図2に示すように多数の球形材10Aが保持層20A中に平面的に空間分布して保持されている。各球形材10Aは、たとえば、直径数 μm 〜数百 μm のガラスやプラスチックなどからなる透明または半透明の微小球である。図2(b)に示されているように、各球形材10Aは保持層20Aの中にその一部が埋め込まれて保持面11において保持されており、各球形材10Aの表面のうちこの保持面11以外の露出面12においては保持層20Aの外部空間SPに露出している。保持層20Aはたとえば透明樹脂層である。各球形材10Aの空間分布は規則的なものであってもよく、またランダムなものであってもよい。

【0018】図3は、ひとつの球形材10Aを中心に再帰反射性シート材1をさらに拡大した図である。この球形材10Aは、その外形を規定する球の中心Cに近いほど高い屈折率であり、したがって表面に近いほど低い屈折率である屈折率分布を有する。

【0019】ここで、「屈折率」とは、「(基準媒質に対する)相対屈折率」と「(真空に対する相対屈折率である)絶対屈折率」とを含む概念であるが、以下においては、特に「絶対屈折率」と「相対屈折率」とを区別して表示する必要がある場合には、「屈折率」は「絶対屈折率」を表すものとして用いる。

【0020】図4は、屈折率分布が球対称(中心Cに関して点対称)に分布している状態を模式的に表したものである。また、図5は、中心Cからの距離 r (半径位置 r)によって屈折率 $n(r)$ が変化している様子を表すグラフである。

【0021】図4においては、球形材10Aは、所定の厚さを有する層状のシェルが幾重にも重なった同心円状の多層構造を有し、図5に実線で示すように内側から外側にいくにつれてその屈折率 $n(r)$ が段階的に小さくなるように分布する場合を示している。球形材10Aの各層を構成する材料としては、比較的大きな屈折率を有するとともに透明性を有する組成物(すなわち透明または

半透明の組成物)であればよく、一般的には、 TiO_2 、 BaO 、 Al_2O_3 、 K_2O 、 SiO_2 などの無機物や、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート樹脂、ビニル樹脂などの有機物を用いることができる。これらの物質をそれぞれの屈折率を考慮して適宜に用いることにより、球形材10Aの屈折率分布 $n(r)$ を実現できる。

【0022】また、図5に点線で示すように半径方向に連続的に変化する屈折率分布 $n(r)$ となるような球対称のものでもよい。連続的な屈折率分布 $n(r)$ を有する球形材10Aは、たとえば、上記樹脂のうち、高屈折率の材質M1と低屈折率の材質M2とを選択して、①材質M1の架橋性モノマーを一部重合して得られるゾルをポリビニルアルコール水溶液中でサスペンション重合してゲル粒子を作製し、②この材質M1のゲル粒子を、材質M2のモノマー液中に浸漬させて、材質M2のモノマーを材質M1のゲル粒子中に周辺から拡散共重合させることにより得られる(「微小光学系の基礎と応用」、第308頁、トリケブス発行(1986年)、参照)。

【0023】なお、以下においては、図4の場合においても簡単化のため連続的な屈折率分布を有するものとして説明を行う。

【0024】<本実施形態における光学原理>本実施形態のような屈折率分布 $n(r)$ を有する場合、図3に示すように球形材10Aの表面(露出面12)の特定の位置Q1に入射した入射光線L1は、球形材10Aの表面の屈折率 $n(R)$ (ただしRは球形材10Aの半径)に応じた屈折角度で球形材10Aの内部に入射した後、その進行方向を徐々に球形材10Aの中心C側に変えつつ進行する。これは、中心側の屈折率が表面側の屈折率に比べて高いことに起因する。

【0025】そして、光線L1は、対称反射点Pにおいて反射された後、入射軸LCに関してそれまでの光路と線対称な光路をとりつつ、球形材10A内を進行した後、球形材10Aの外部に出射されて入射光線の逆向きに反射光線として戻っていく。

【0026】一方、光線L1とはほぼ平行で、かつ入射位置Q1よりも入射軸LCに近い側の位置Q1および遠い位置Q3でそれぞれ入射する光線L2、L3なども、球形材10Aの内部で序々に屈折を受けて、光線L1の場合と同じ対称反射点Pにおいて反射され、入射軸LCに関して対称的な光路を通過して球形材10Aから出射する。

【0027】また、これらの光線L2、L3以外の光線についても、入射軸LCにはほぼ平行に入射する各光線は同一の対称反射点Pで反射した後、入射軸LCと平行でかつ逆向きの方向に球形材10Aから出射する。

【0028】すなわち、光線L2は、屈折率がより大きな中心Cに近い位置を通過して進行するため、平均的に光線L1よりも大きな屈折率中を進むことになるので、

屈折率が均一である場合よりも大きく屈折してちょうど点Pにおいて反射するような進路をとることが可能である。また、光線L3は、屈折率がより小さい表面に近い位置を通過して進行するため、平均的に光線L1よりも小さな屈折率中を進むことになるので、屈折率が均一である場合よりも小さく屈折してちょうど点Pにおいて反射するような進路をとることが可能である。

【0029】このため、球形材10Aの各表面位置において入射する光線(L1, L2, L3, ...)について球面収差が補正され、これらの光線が入射してくる方向、すなわちこの球形材10Aの半径と比較して遠方に置いた光源からの光線の多くが、その光源の方向へと戻ることになる。

【0030】＜反射光の強度＞図6は、球形材10Aの側面図である。従来例においては、球形材の均一な屈折率に関する数3に示される条件を満たす光線のみ、たとえば、図6(a)に示すような球面上の線状の円環部D1に入射した光線のみが再帰反射に寄与している。

【0031】これに対して、本実施形態においては、上述のように、屈折率分布 $n(r)$ により球面収差の補正が行われることによって、理想的には、図6(c)に示すように、球形材10Aの半球表面D3上に入射した光線の全てが再帰反射に寄与することができる。この場合には、反射光が非常に強い指向性を有して戻ることによって、非常に明るい反射光を得ることができる。

【0032】ただし、必ずしも、球形材10Aの半球表面D3上に入射した光線の全てが再帰反射に寄与することは必要ではなく、従来例よりも多くの光線、たとえば実質的にゼロでない幅を持った帯状の円環部D2(図6(b))に入射した光線が再帰反射に寄与するように屈折率分布が設定されていればよい。この場合であっても、より多くの光線が再帰反射に寄与することにより、反射光は従来例よりも強い指向性を有するので、明るい反射光を得ることができる。

【0033】図7は、反射光について説明するための模式図である。図7(a)は、従来例に対応する場合の反射光の広がりを示す図であり、所定方向から進んできた入射光線L1'のみが再帰反射に寄与し、それ以外の光線は入射方向とは異なる方向に反射される。したがって、反射光はかなりの広がりをもった状態で戻っていく。一方、図7(b)は、本実施形態に係る球形材10Aの場合の反射光の広がりを示す図である。所定方向から進んできた入射光線L1は、球形材10Aにおいて反射されて戻っていくが、このとき、多くの入射光線が再帰反射に寄与するため、強い指向性を有しつつ戻っていく。したがって、従来例よりも明るい反射光を得ることができる。

【0034】したがって、球形材10Aにおける半径方向の屈折率分布 $n(r)$ は、図5に示されるものに限定されるものではなく、多くの入射光線が再帰反射に寄与す

るような屈折率分布であればよい。たとえば、図8に示されるような関係を有していてもよい。

【0035】このうち図8(a)は、半径方向の所定の範囲においてのみ屈折率分布を有している場合を示しており、このときに再帰反射に寄与する入射光線の範囲は図6(b)に表される帯状の領域D2に対応する。また、図8(b)は、半径位置 r と屈折率 n との関係が直線ではなく曲線で表現される場合を示しているが、このような屈折率分布 $n(r)$ によっても従来例よりも明るい反射光を得ることができる。

【0036】＜屈折率分布における屈折率の値の範囲＞ここで、球形材10A内の各位置における屈折率の値について考察する。

【0037】そのための準備として、まず上述の従来例の球形材10'についての屈折率の範囲について考察する。従来例のように一様な屈折率 n を有する場合には、入射光線L1'(図14, 図15)が対称反射点P'に到達するためには、球形材10'の屈折率 n に関して上記数3に対応する条件を満たす必要がある。

【0038】ここで、図14における角度 β は0度から45度までの値を取り得るが、屈折角度 $\beta = 45$ 度、すなわち、点B'に入射した光線が点Pに到達するための条件として、数3より屈折率 $n = \text{SQRT}(2)$ が得られる。また、同様にして、屈折角度 β がほぼ0度、すなわちほぼ点A'に入射した光線に対しては、屈折率 $n = \text{約}2$ という条件が得られる。

【0039】このため、この範囲に対応する屈折率 n に関する条件は、数3より、次の数5として得られる。

【0040】

【数5】 $\text{SQRT}(2) \leq n \leq 2$

換言すれば、屈折率 n が $\text{SQRT}(2)$ より小さいと入射した光の屈折が弱すぎるために対称反射点P'に到達できる入射光線がなくなり、逆に屈折率 n が2より大きいと入射した光が過度に屈折されてしまうためにやはり対称反射点P'に到達できる光線がなくなることになる。

【0041】本実施形態(図4)の場合においても、球形材10Aに点Bで入射する光やA付近で入射する光のように幾何学的な臨界入射角(0度、90度)付近で入射する光についても対称反射点Pに確実に導くことにより、球形材10Aに入射した光の多くを対称反射点Pに到達させることが好ましい。

【0042】このうち点Bに近い位置に入射した光線は、比較的屈折率が低い部分(表面に近い部分)を多く通過するため、その光路にわたる平均的な屈折率を $\text{SQRT}(2)$ すなわち約1.4に近い値としておくことにより、そのような光線を対称反射点に導くことができる。また、点Aに近い位置に入射した光線は比較的屈折率が高い部分(中心Cに近い部分)を多く通過するため、その平均的な屈折率を約2に近い値としておくことにより、

そのような光線も対称反射点Pに導くことができる。

【0043】理論的には、屈折率分布 $n(r)$ における最大値および最小値についてのこれらの好ましい値は、それぞれの光線の光路上での平均として設定されるが、実際に球形材10Aの屈折率分布を、表面付近において約1.4程度とし、中心付近において約2程度の屈折率としておくことで、上記の条件はほぼ満足される。

【0044】なぜならば、点Bに入射する光は屈折率が約1.4の最表面部のほかに、それよりも内側の屈折率が少し高い部分を通過するため、それらの光路上での平均は約1.4よりも大きくなり、また、点Aに入射する光は屈折率が約2となっている中心部のほかに、それよりも外側にある屈折率が少し低い部分を通過するため、それらの光路上での平均は約2よりも小さくなるためである。

【0045】逆に、このような状況を考慮すれば、球形材10Aの屈折率分布を、表面付近において1.4よりも少し小さくしておき、中心付近において2よりも少し大きくしておくことも可能である。

【0046】屈折率分布 $n(r)$ におけるこれらの最大値および最小値のほか、それらの間の区間における屈折率分布 $n(r)$ の値は、実験またはシミュレーションによって定めることができる。

【0047】以上の原理は既述した第1実施形態について説明したが、後述する他の実施形態についても基本的には同様である。

【0048】<B. 第2実施形態>第1実施形態においては、球形材10Aの一部が保持層20Aの外部空間SPに露出している場合を例示したが、第2実施形態においては、図9に拡大断面図として示すように、球形材10Bが保持層20B中に埋設されている。これにより、風雨にさらされるなどの環境下において使用される場合にあって耐環境性を向上させることができる。

【0049】第1実施形態では球形材10Aの一部が露出しているために必ずしも保持層20Aは透明または半透明である必要はないが、この第2実施形態の場合には、保持層20Bは透明または半透明とする。基材層30Bは第1実施形態の基材層30Aと同様の材料で形成される。

【0050】図10は、さらに球形材10Bを中心に拡大した断面図を表す。所定方向から進んできた入射光線L11は、外部空間SPから保持層20B内へと点U1において入射する。入射光線L11は、点U1において、保持層20Bの屈折率 n_2 に対応する屈折角度で屈折して入射した後、さらに球形材10Bに入射する。その後は、第1実施形態と同様であり、対称反射点Pで反射した後、光線L11の方向（ただし逆向き）に反射光線が戻っていく。

【0051】ここで、球形材10Bは、第1実施形態の

球形材10Aと同様の屈折率分布を有するが、その絶対屈折率は、外部空間SP（通常は空気）に対する絶対屈折率について上述の条件を満たすように定めるのではなく、保持層20Bを構成する材質に対する絶対屈折率について上述の条件を満たすように定める。

【0052】たとえば、球形材10Bの絶対屈折率の分布を定めるにあたって、保持層20Bに対する相対的な屈折率の値が、中心付近において約2であり、表面付近において約1.4となるように絶対屈折率の分布を定めることが可能である。たとえば保持層20Bの絶対屈折率を1.45である場合には、球形材10Bの絶対屈折率を、中心付近において $2 \times 1.45 = \text{約} 2.9$ とし、表面付近において $1.4 \times 1.45 = \text{約} 2.0$ となるように絶対屈折率の分布を定め得る。このように、球形材の外部媒質（第1実施形態においては「空気」、第2実施形態においては「保持層20B」）に対する相対的な屈折率の値が、中心付近において約2であり、表面付近において約1.4となるように球形材10Bの屈折率分布を定めることにより、広い範囲にわたる入射光線が再帰反射に寄与するようにすることができる。

【0053】また、仮に中心付近において約2.9程度の高い屈折率を実現することが困難な場合であっても、図8(a)のような屈折率分布として、中心部分ができるだけ高い屈折率となるようにすることにより、多くの入射光線を再帰反射に寄与させて、強い反射光を得ることが可能である。

【0054】<C. 第3実施形態>図11に示す第3実施形態の再帰反射性シート材1Cにおいては、部分球面状の光反射性凹部40Mを表面に多数分布させた反射層40が保持層20Cに積層されている。そして、中心側の屈折率を高くした多数の球形材10Cにつき、それぞれの表面の一部が光反射性凹部Mの凹面40Sからはば一定の距離だけ離間して対向している。反射層40は基材層30Cの表面に設けられている。

【0055】この場合には、実質的な焦点距離が長くなるため、球形材10Cの屈折率を球形材10Aよりも若干低く設定することが可能である。すなわち、球形材10Cに入射した光はその内側境界面RSに到達するが、屈折率が低い場合にはその到達位置は対称反射点Pからはずれている。このため、内側境界面RSで反射された成分は回帰性を持たないが、内側境界面RSで屈折して裏側へ逃げた成分があり、それが反射層40の反射面40Sで反射されて回帰光となる。

【0056】また、ここにおいて、球形材10Cのそれぞれの表面の一部を、光反射性凹部Mの凹面40Sからはば一定の距離だけ離間して対向させているのは、入射光の方向が図11のものとは異なる場合でもその入射光について回帰性を持たせるためである。

【0057】このような構造は、たとえば次のような方法で得ることができる。すなわち、まず、基材層30

C、反射層40および保持層20Cの3層構造を最初は平行積層構造として作成する。そして、それらを軟化させた状態で多数の球形材10Cを保持層20C側から散布して、それらの球形材10Cの分布を板状体で基材層30C側へ押圧する。このときの押圧力によって球形材10Cのそれぞれの一部が保持層20Cに埋まるとともに、反射層40およびそれを支持している基材層30Cの表面が変形する。その後これら構造を硬化させることにより、図11の構成を得ることができる。

【0058】<D. 利用例および他の適用例>上記の各実施形態の再帰反射性シート材は、基材層30A~30Cの裏に粘着層を付加し、必要とされる平面形状に切り抜くか、または所定のパターン表面マスクを施して、道路標識、測定標識、車両用の光反射シート、防災衣料へのマーキングなどに使用することができる。

【0059】また、この発明の再帰反射体はシート状以外の形状とすることもできる。たとえば図12(a)およびそのF-F'断面図である図12(b)に示す例では、相当の厚みを有する部材30Dの表面に、多数の球形材10Dを空間分布させた保持層20Dが配置されて

いる。

【0060】さらには、本発明で使用される球形材を塗料に利用することも可能である。

【0061】図13は、そのような再帰反射性塗料1Eの説明図であり、透明または半透明の液状の塗料基材50中に、多数の球形材10Eを混入した混合物としての状態となっている。この球形材10Eのそれぞれは、第1実施形態の球形材10Aと同様の構造を持つ。

【0062】塗料基材50は塗料溶媒などを含む通常の塗料基材として準備することができる。そのよう塗料基材50に多数の球形材10Eを混入して攪拌し、所要の箇所に塗布して乾燥させれば、塗料基材50が硬化するにともなって球形材10Eの空間分布が塗料基材50で保持固定される。このようにして塗布・乾燥された後には、既述した再帰反射シート材と同様の光学的性質を持つ面として利用できる。

【0063】

【発明の効果】以上のように、請求項1ないし請求項3に記載の発明によれば、中心に近いほど高い屈折率の球形材を利用することによって球面収差が補正され、これら球形材に入射する光線のうち、より多くの光線が再帰反射に寄与することになるので、より強い光が反射光として得られる。

【0064】また、請求項2に記載の再帰反射体によれば、屈折率分布は、球形材の外部媒質に対する相対的な

屈折率の値が、中心付近において約2であり表面付近において約1.4であるように定められる。したがって、球形材に入射する光線のうち、球形材の中心近くに入射した光線から球形材の周辺近くに入射した光線に至る広い範囲に入射したより多くの光線が再帰反射に寄与することになり、より強い光が反射光として得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る再帰反射性シート材1を表す概略斜視図である。

【図2】再帰反射性シート材1の拡大平面図(a)および拡大断面図(b)を表す図である。

【図3】球形材10A付近の拡大断面図である。

【図4】球形材10Aの屈折率分布の一例を示す拡大断面図である。

【図5】半径位置rと屈折率nとの関係を表すグラフである。

【図6】再帰反射に寄与する入射光線の入射位置を示す説明図である。

【図7】反射光線の指向性に関する説明図である。

【図8】半径位置rと屈折率nとの関係を表すグラフである。

【図9】第2実施形態に係る再帰反射性シート材1Bの拡大断面図である。

【図10】球形材10B付近の拡大断面図である。

【図11】第3実施形態に係る再帰反射性シート材1Cの拡大断面図である。

【図12】変形例に係る再帰反射体の概略斜視図である。

【図13】再帰反射性を有する塗料材に関する説明図である。

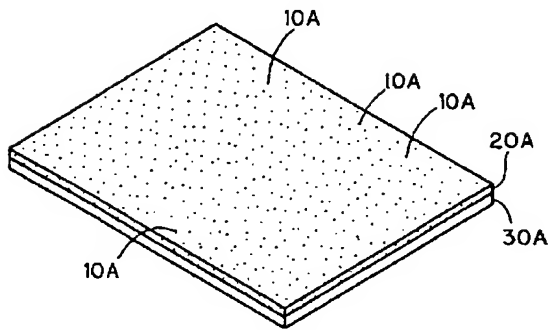
【図14】従来の再帰反射性シート材の概略構成を表す断面図である。

【図15】従来の再帰反射性シート材において特定の屈折率を有する場合について説明する図である。

【符号の説明】

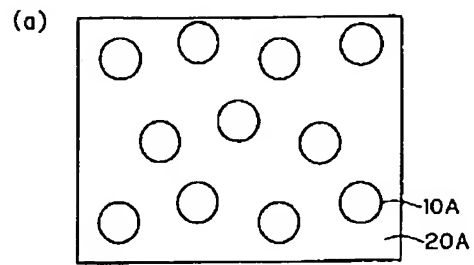
1, 1B, 1C 再帰反射性シート材(再帰反射体)
1D 再帰反射体
1E 再帰反射性塗料
10A, 10B, 10C, 10D, 10E 球形材
11 保持面
12 露出面
20A, 20B, 20C, 20D 保持層
30A, 30B, 30C 基材層
40 反射層
SP 外部空間

【図1】

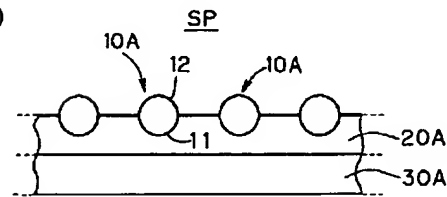


1

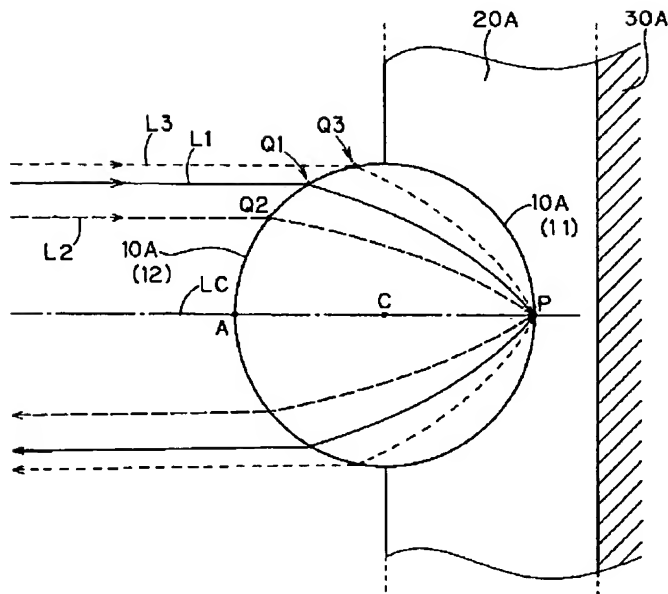
【図2】



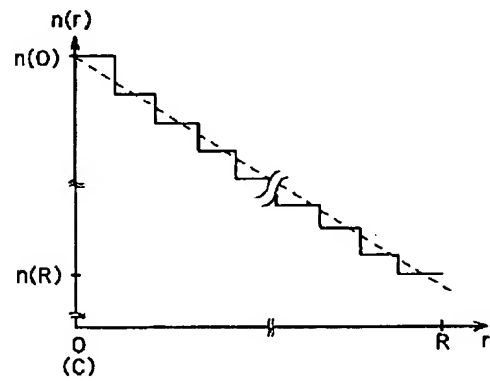
(b)



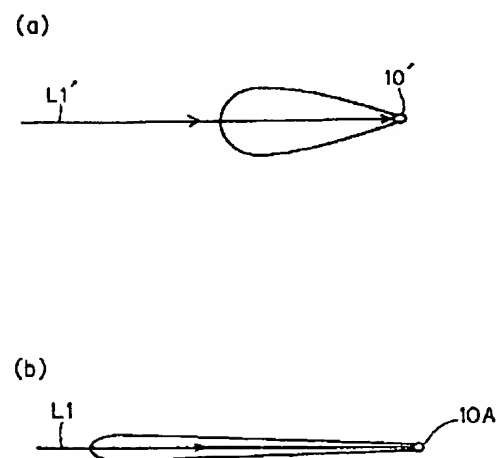
【図3】



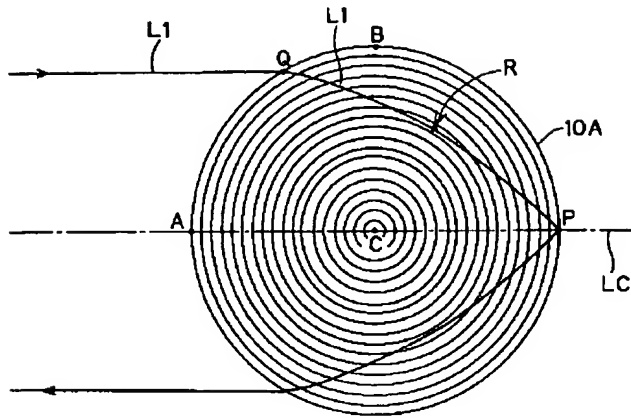
【図5】



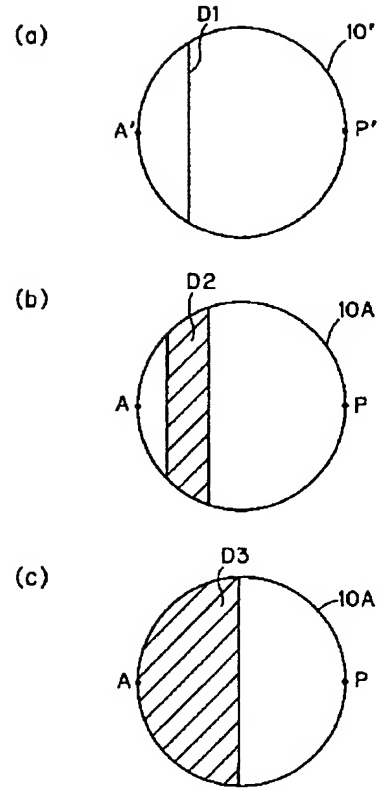
【図7】



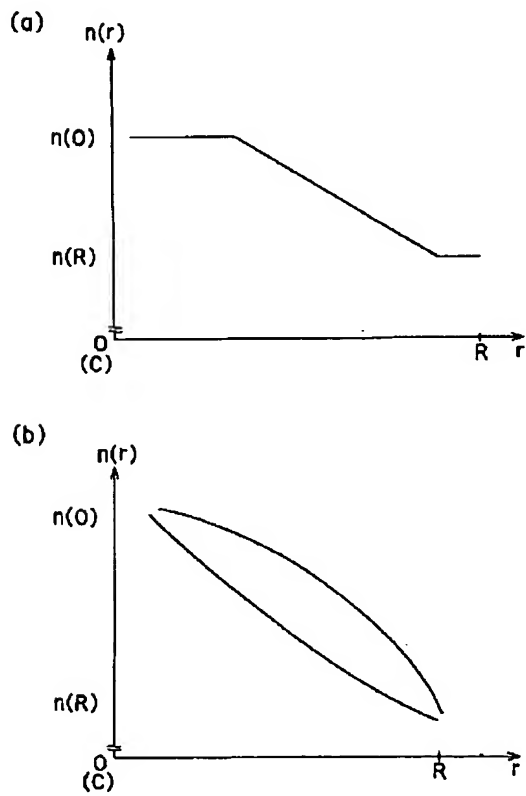
【図4】



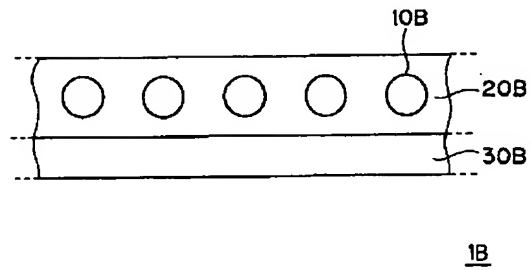
【図6】



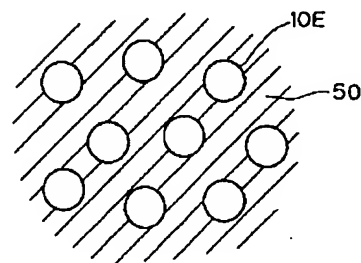
【図8】



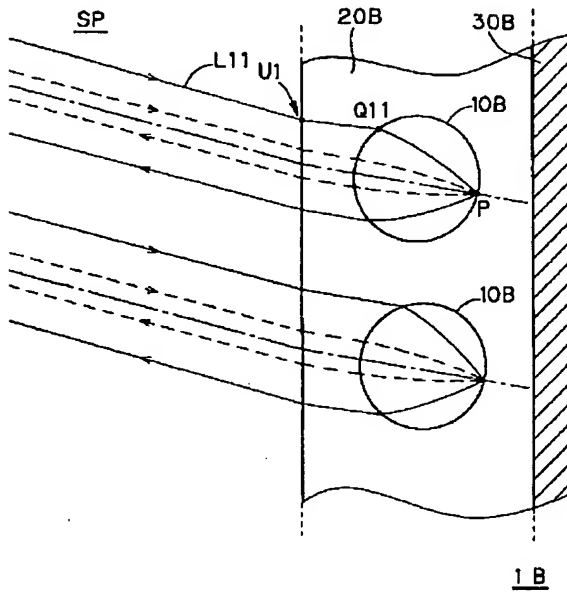
【図9】



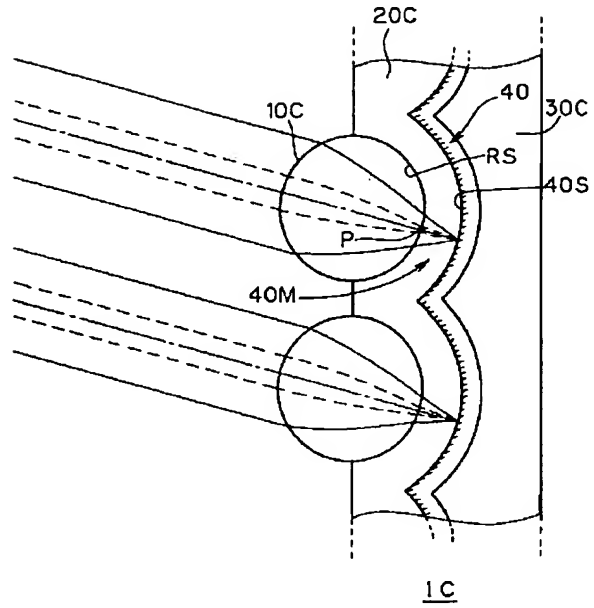
【図13】



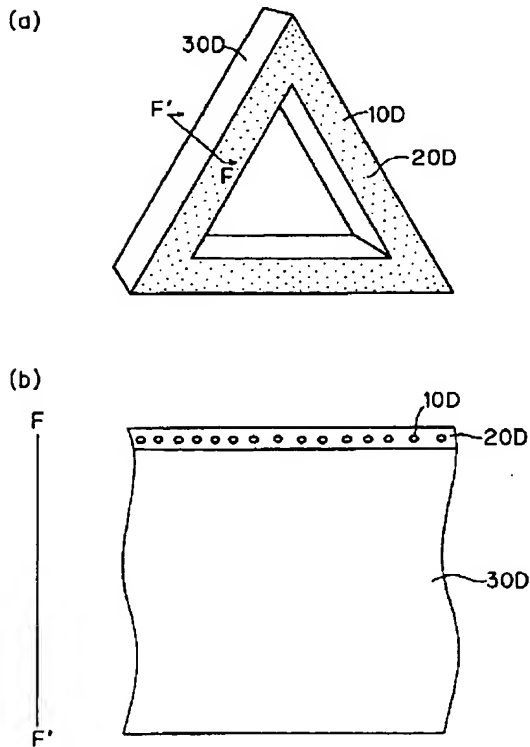
【図10】



【図11】



【図12】



【図14】

